

Казахский национальный университет им. аль-Фараби
Силлабус

(PTKS 7302) «Процессы тепломассопереноса в камерах сгорания»

Осенний семестр 2021-2022 уч. год

| Код дисциплины | Название дисциплины | Тип | Кол-во часов в неделю | | | Кол-во кредитов | ECTS |
|---------------------------------|--|-----|-----------------------|-------|------------------|-----------------|------|
| | | | Лек | Практ | Лаб | | |
| PTKS 7302 | Процессы тепломассопереноса в камерах сгорания | ЭК | 2 | 1 | 0 | 3 | 5 |
| Лектор | Аскарлова А.С. д.ф.-м.н., профессор | | | | Офис-часы | По расписанию | |
| e-mail | Aliya.Askarova@kaznu.kz | | | | | | |
| Телефоны | 87017106385 | | | | Аудитория | 317 | |
| Академическая презентация курса | <p>В академической программе специальности курс является элективным, формирующим индивидуальную траекторию обучения.</p> <p>Цель и задачи дисциплины: Изучению топочных процессов тепломассопереноса и исследовать влияние режимных (изменение влажности и дисперсности угля) и конструкционных (технология «острого дутья» – OFA) параметров на аэродинамические, тепловые и концентрационные характеристики при сжигании пылеугольного топлива в топочной камере котла ПК-39 реального энергетического объекта РК (Аксукая ТЭС). 3D вычислительных экспериментов по исследованию тепловых, аэродинамических и концентрационных характеристик по всему объему топочной камеры с учетом влияния на них дисперсности угольной пыли и влажности сжигаемого угля, а также предложена современная технология «острого дутья» (Overfire air) для внедрения ее на котле ПК-39 с целью минимизации выбросов вредных веществ в атмосферу</p> <p>Цель преподавания с/к "Процессы тепломассопереноса в камерах сгорания" ознакомить докторантов PhD 1 курса, теоретического исследования, математического и компьютерного моделирования процессов турбулентного тепломассопереноса при сжигании пылеугольного топлива в топочной камере сгорания.</p> <p>Задачи изучения дисциплины.</p> <p>В результате изучения дисциплины студент должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> - знать основные уравнения, математической и химической моделей, описывающих процессы теплопереноса и массопереноса, которые происходят при горении пылеугольного факела в топочных камерах ТЭС; - уметь применить процессов тепломассопереноса в топочных камерах действующих энергетических котлов были использованы методы 3-D компьютерного моделирования физических и химических процессов, происходящих в реагирующих средах; - приобрести практические навыки, физико-математическая модель и метод 3D компьютерного моделирования могут быть в дальнейшем использованы для исследования аэродинамических, тепловых и концентрационных характеристик процесса тепломассопереноса, происходящих в топочных камерах энергетических котлов углесжигающих ТЭС. Представленные исследования результаты позволяют сократить выбросы токсичных оксидов азота в атмосферу путем перехода на двухступенчатое сжигание топлива. <p>Преквизиты.</p> <p>Для изучения курса «Тепловые процессы и расчет аэродинамических характеристик угольных теплостанций» докторант PhD должен знать механику</p> | | | | | | |

| | |
|--------------------------------------|--|
| | <p>идеальной жидкости, механику вязкой жидкости, методы компьютерного и численного моделирования.</p> <p>Постреквизиты.</p> <p>В результате изучения дисциплины докторант PhD должен знать основные уравнения, описывающие тепломассоперенос в турбулентных неизоэнтальпических реагирующих течениях; уметь применять основные уравнения и методы расчета к исследованию турбулентных неизоэнтальпических реагирующих течений, происходящих в областях реальной геометрии; приобрести практические навыки, необходимые для расчета различных течений, происходящих при физико-химических превращениях.</p> <p>Знания и умения, полученные докторантами PhD при усвоении дисциплины «Процессы тепломассопереноса в камерах сгорания», являются базой для изучения последующих спецкурсов, для выполнения лабораторных работ спец.практикума по данной специализации, а также при работе над докторской диссертацией на соискание академической степени доктора философии (PhD) в области физики по специальности «Теплофизика и теоретическая теплотехника».</p> |
| Пререквизиты и пореквизиты | Для изучения с/курса «Исследование аэродинамических и теплофизических характеристик тепломассопереноса в камерах сгорания» докторант PhD должен знать механику идеальной жидкости, механику вязкой жидкости, методы компьютерного и численного моделирования. |
| Ожидаемые результаты обучения | Определить оптимальные технологические параметры исследуемого объекта, усовершенствовать методологию численного исследования процессов тепломассопереноса в высокотемпературных и химически реагирующих потоках при наличии турбулентности, а также выработать соответствующие технологические решения для исследования тепловых процессов и аэродинамических характеристик топочных камер котлов ТЭЦ. |
| Литература и ресурсы | <p>Основная:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. М.: Наука, 1969. - 847 с. 2. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. М.: Наука, 1973. - 847 с. 3. Исатаев С.И., Акылбаев Ж.С., Турмухамбетов А.Ж. Аэродинамика и теплообмен криволинейных тел. – Алматы, 1996. – 437с. 4. Аскарова А.С. Конвективный тепломассоперенос в капельных и нелинейновязких жидкостях. – Алматы, 2000. 123с. 5. Аскарова А.С. Конвективный перенос вязкой жидкости. – Алматы, 2006.- 139с. <p>Дополнительная литература</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Полежаев В.И., Бунэ А.В., Вереzub Н.А. и др. Математическое моделирование конвективного тепломассообмена на основе уравнений Навье–Стокса. – М.: Наука, 1987. – 256 с. 2 Оран Э., Борис Дж. Численное моделирование реагирующих потоков. – М.: Мир, 1990. – 660 с. 3 Maas U., Warnatz J. Simulation of chemically reacting flows in two-dimensional geometries // Impact Comput. Science Eng. – 1989. – №1. – P. 394–420. 4 Аскарова А.С., Болегенова С.А., Лаврищева Е.И., Локтионова И.В. Численное моделирование топочных процессов при горении высокозольного экибастузского угля // Теплофизика и Аэромеханика. – 2002. – Т.9, №4. – С.585-596. 5 Устименко Б.П., Джакупов К.Б., Кроль В.О. Численное моделирование аэродинамики и горения в топочных и технологических устройствах. – Ал- |

ма–Ата: Наука, 1986. – 224 с.

6 Современные алгоритмы при исследовании многомерных задач математической физики. Сб. научных трудов. – М.: Наука, 2003. – 245 с.

7 Пашков Л.Т. Математические модели процессов в паровых котлах. – РХД, 2002. – 208 с.

8 Müller H. Numerische Berechnung dreidimensionaler turbulenter Strömungen in Dampferzeugern mit Wdrmebergang und chemischen Reactionen am Beispiel des SNCR–Verfahrens und der Kohleverbrennung: Fortschritt–Berichte VDI–Verlag. –1992. – Reihe 6, №268. – 158 s.

9 Roache P.J. Computational fluid dynamics. – Albuquerque: Hermosa Press, 1985. – 283 p.

10 Аскарова А.С., Болегенова С.А., Лаврищева Е.И., Локтионова И.В. Численное моделирование перераспределения воздушно–топливных потоков в камерах сгорания // Доклады Национальной Академии Наук РК. Сер.физико–математическая - 2003. - №3. – С.13-18.

11 Askarova A.S., Bolegenova S.A., Lavrichsheva E.I., Loktionova I.V. The modeling of chemical technological process in the fire chambers // Eurasian Chemical Technological Journal. – 2002. – №4. – С.131-139

12 Аскарова А.С., Болегенова С.А., Лаврищева Е.И., Локтионова И.В. Моделирование топочных процессов с целью их оптимизации и уменьшения пылегазовых выбросов // Новости науки Казахстана. – 2004. - №2 (81). – С.34–39.

13 Левицкий А.А. Математическое моделирование плазмохимических процессов. – М.: Плазмохимия, 1990. – С.180–226.

14 Askarova A.S., Lavrishcheva Y., Ryspaeva M. Numerical modeling of nitric oxides formation at various excess air coefficients in the furnace chamber // Works of the 17th International Congress of Chemical and Process Engineering CHISA. – Praha, 2006. – 0001. – F5.5.

электронных учебников.

1. М.Ю.Белевич «Гидромеханика. Основы классической теории <http://pages.rshu.ru/hydra/hydra.html>

2. Fluid Mechanics <http://scienceworld.wolfram.com/physics/topics/FluidMechanics.html>

3. Engineering Fundamentals in combustion, fluid mechanics, thermodynamics e.t.c. <http://www.efunda.com/home.cfm>

4. Концепции развития горения и взрыва как области научно–технического прогресса. <http://www.ism.ac.ru/sgv/conc.html>

5. Механика сплошных сред. Лекции. В.А.Алешкевич, Л.Г.Деденко, В.А.Караваяев <http://phys.web.ru/db/msg/1164708/>

6. Гидродинамика <http://about-hydrodynamics.com/>

7. Гидродинамика. Теория и практика <http://gidrodinamika.net>

8. Гидродинамика <http://www.nsu.ru/materials/ssl/text/encyclopedia/fluid-dynamics.html>

9. Aerodynamics for student <http://www.ae.su.oz.au/aero>

10. Белоцерковский Турбулентность и вихревая аэродинамика <http://www.elibrary.ru/books/janus/belots.htm>

11. Аскарова А.С. Конвективный теплоперенос в капельных и неллинейно-вязких жидкостях <http://www.kazsu.kz>

| | | | |
|----------------------------------|--|------------|----------------------------|
| Политика оценивания и аттестации | Описание самостоятельной работы | Вес | Результаты обучения |
| | Домашние задания и семинары СРМ, СРМП | 48% 30% | 1-11 1-5, 9-11 |

| | | | |
|---------------------|---|-------------|-------------|
| | Контрольная работа ИТОГО | 22% 100% | 6-8 1-11 |
| | Ваша итоговая оценка будет рассчитываться по формуле Ниже приведены минимальные оценки в процентах: Итоговая оценка по дисциплине = $(PK1+MT+PK2)*0,6+(ИК+0,4)$ 95% - 100%: А 90% - 94%: А- 85% - 89%: В+ 80% - 84%: В 75% - 79%: В- 70% - 74%: С+ 65% - 69%: С 60% - 64%: С- 55% - 59%: D+ 50% - 54%: D- % -49%: F | | |
| Политика дисциплины | Соответствующие сроки домашних заданий или проектов могут быть продлены в случае смягчающих обстоятельств (таких, как болезнь, экстренные случаи, авария, непредвиденные обстоятельства и т.д.) согласно Академической политике университета. Участие студента в дискуссиях и упражнениях на занятиях будут учтены в его общей оценке за дисциплину. Конструктивные вопросы, диалог, и обратная связь на предмет вопроса дисциплины приветствуются и поощряются во время занятий, и преподаватель при выводе итоговой оценки будет принимать во внимание участие каждого студента на занятии. | | |

| График дисциплин | | | |
|---------------------------|--|------------------|------------|
| Неделя | Название темы | Количество часов | Макс. балл |
| 1. | Лекций. Основные характеристики процесса горения Семинар. Теоретические основы горения топлива | | |
| 2. | Лекция. Особенности горения твердых топлив Семинар. Методы исследования процессов горения | | |
| 3. | Лекция. Физическая постановка задачи о горении пылеугольного факела Семинар. Паровой котел ПК-39. Общее устройство и определения | | |
| 4. | Лекция. Горелочные устройства топочной камеры котла ПК-39 Аксуской ТЭС Семинар. Приготовление и этапы сжигания пылевидного топлива | | |
| Контрольная работа | | | |
| 5. | Лекция. Основные уравнения математической и химической моделей горения топлива Семинар. Основные уравнения математической модели процессов переноса в турбулентных течениях с химическими реакциями | | |
| 6. | Лекция. Основные уравнения тепломассопереноса в реагирующих средах Семинар. Обобщенное транспортное уравнение | | |
| 7. | Лекция. Моделирование теплообмена посредством излучения Семинар. Граничные условия | | |
| 8 | Лекция. Результаты вычислительных экспериментов по использованию OFA-технологии Семинар. Результаты вычислительных экспериментов по исследованию влияния влажности топлива на характеристики | | |

| | | | |
|----|---|--|--|
| | теплопереноса | | |
| | Контрольная работа -11 баллов. Рубежный контроль №1. – 100 баллов. | | |
| | Midterm exam – 100 баллов. | | |
| 9 | Лекция. Уравнения, описывающие формирование вредных веществ, которые образуются при сжигании пылеугольного топлива | | |
| | Семинар. Образование оксидов углерода | | |
| 10 | Лекция. Исследование влияния дисперсности угольной пыли на процесс сжигания топлива | | |
| | Семинар. Образование оксидов серы | | |
| 11 | Лекция. Сравнительный анализ результатов вычислительных экспериментов по сжиганию моно- и полидисперсного пылеугольного факела | | |
| | Семинар. Образование оксидов азота | | |
| 12 | Лекция. Исследование тепловых и концентрационных полей при сжигании угля различной влажности в топочной камере котла ПК-39 Аксуской ТЭС | | |
| | Семинар. Влияние тонины помола | | |
| 13 | Лекция. Исследование влияния OFA-технологии при сжигании низкосортного Экибастузского угля | | |
| | Семинар. Результаты вычислительных экспериментов по сжиганию полидисперсного пылеугольного топлива | | |
| 14 | Лекция. Влияние влажности топлива на процесс горения | | |
| | Семинар. Использование OFA-технологии для снижения выбросов NO _x | | |
| 15 | Контрольная работа – 11 баллов. Рубежный контроль №2 – 100 баллов | | |

Шкала оценки знаний:

| Буквенный эквивалент оценки | Цифровой эквивалент оценки (GPA) | Баллы в % | Оценка по традиционной системе |
|-----------------------------|----------------------------------|-----------|--|
| A | 4 | 95-100 | "Отлично" |
| A- | 3,67 | 90-94 | |
| B+ | 3,33 | 85-89 | |
| B | 3 | 80-84 | "Хорошо" |
| B- | 2,67 | 75-79 | |
| C+ | 2,33 | 70-74 | |
| C | 2 | 65-69 | "Удовлетворительно" |
| C- | 1,67 | 60-64 | |
| D+ | 1,33 | 55-59 | |
| D | 1 | 50-54 | |
| F | - | 0-49 | "Неудовлетворительно" (непроходная оценка) |
| I | - | - | "Дисциплина не завершена" |
| W | - | - | "Отказ от дисциплины" |
| AW | - | - | "Отчислен с дисциплины" |
| AU | - | - | "Дисциплина прослу- |

| | | | |
|--------------------------|---|---------------------|-----------------------|
| | | | шана" |
| P/NP (Pass / No Pass) | - | 65- 100/0- 64 | "Зачтено/ не зачтено" |

Декан факультета

Давлетов А.Е.

Председатель методбюро

Машеева Р.У.

Заведующий кафедрой

Болегенова С.А.

Лектор

Аскарова А.С.